

## Optical waveguide switch

Patent Number: DE19635023  
 Publication date: 1997-03-06  
 Inventor(s): ZISLER WOLFGANG (DE); HOLZMEIER BERNHARD (DE)  
 Applicant(s): SPINNER GMBH ELEKTROTECH (DE)  
 Requested Patent: DE19635023  
 Application Number: DE19961035023 19960829  
 Priority Number(s): DE19961035023 19960829; DE19951032212 19950830  
 IPC Classification: G02B26/02; G02B6/36  
 EC Classification: G02B6/35D  
 Equivalents:

### Abstract

The waveguide switch has at least two first waveguides which each end in the end faces of respective first ferrules (1). All of the first ferrules (1) are arranged parallel to each other in a common plane. A second optical waveguide ends in the end surface of a second ferrule (2). The end surface of the second ferrule (2) lies in the same plane as the end surfaces of the first ferrule (1). The second ferrule (2) can be moved relative to the first ferrules (1) perpendicular to their axes for optical coupling with any one of the first ferrules (1). In the respective coupling position the second ferrule (2) is aligned with the first ferrule (1).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

### Description

Die Erfindung betrifft einen LWL-Schalter.

Bekannt sind LWL-Schalter zur wahlweisen optischen Kopplung und Entkopplung eines Lichtwellenleiters mit einem weiteren Lichtwellenleiter (nachstehend kurz: LWL). Es besteht jedoch ein Bedarf für einen LWL-Schalter, der es erlaubt, jeden beliebigen LWL aus einer Anzahl "erster" LWL mit einem "zweiten" LWL zu koppeln, bei dem es sich z. B. um den LWL eines Messgeräts zur Ermittlung der optischen Eigenschaften einer der ersten LWL mit umfassenden Übertragungsstrecke handeln kann. Hierfür gibt es bisher noch keine brauchbare, das heisst konstruktiv einfache Lösung mit hoher Qualität der optischen Kopplung im durchgeschalteten Zustand.

Erfindungsgemäss wird ein LWL-Schalter vorgeschlagen, der sich dadurch auszeichnet, dass mindestens zwei erste Lichtwellenleiter in der Stirnfläche je einer ersten Ferrule enden und alle ersten Ferrulen parallel zueinander in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, dass ein zweiter Lichtwellenleiter in der Stirnfläche einer zweiten Ferrule endet und die Stirnfläche der zweiten Ferrule in der gleichen Ebene wie die Stirnflächen der ersten Ferrulen liegt und dass die zweite Ferrule zur optischen Kopplung mit einer beliebigen ersten Ferrule relativ zu den ersten Ferrulen rechtwinklig zu der Achsen verschiebbar ist und in der jeweiligen Koppelstellung mit der betreffenden ersten Ferrule fluchtet.

Dieser LWL-Schalter ist also im wesentlichen nach dem Prinzip eines Stufenschalters aufgebaut. Zur Kopplung einer beliebigen ersten Ferrule mit der zweiten Ferrule werden entweder alle ersten Ferrulen gemeinsam gegenüber der stillstehenden zweiten Ferrule verschoben oder es wird umgekehrt die zweite Ferrule gegenüber den ortsfest angeordneten ersten Ferrulen verschoben, bis die Stirnfläche der zweiten Ferrule gegen die Stirnfläche der ausgewählten, ersten Ferrule anliegt.

Die Güte der optischen Kopplung hängt insbesondere auch von der Genauigkeit ab, mit der die jeweils ausgewählte, erste Ferrule mit der zweiten Ferrule fluchtet. Eine hohe Genauigkeit erzielt man z. B. dann, wenn jede der ersten Ferrulen in einem prismatischen Lager sitzt, das über die Stirnfläche der jeweiligen Ferrule hinausreicht und die zweite Ferrule in deren Koppelstellung führt und positioniert. Zum Umschalten wird die zweite Ferrule aus dem prismatischen Lager, in dem sie gerade ruht, herausgehoben und in das prismatische Lager der nächsten ausgewählten, ersten Ferrule abgesenkt. Lässt man der zweiten Ferrule hierbei durch schwimmende oder elastische Lagerung ausreichende Freiheit, so sorgt die jeweilige prismatische Lagerung dafür, dass sich die zweite Ferrule genau fluchtend auf die

ausgewählte, erste Ferrule einstellt. Dadurch erübrigt sich eine exakte Führung der ersten Ferrule und/oder der zweiten Ferrule. Ebenso wenig ist erforderlich, dass die prismatischen Lager untereinander exakt gleich ausgebildet sind und parallel verlaufen. Unter prismatischen Lagern werden im vorliegenden Zusammenhang alle Lagerungen verstanden, die die jeweilige Ferrule längs zwei parallelen, von der (vertikalen) Längsmittlebene der Ferrule beabstandeten Linien ihrer (zylindrischen) Mantelfläche unterstützen.

Vorzugsweise sind die ersten Ferrulen einfach in ihre jeweiligen prismatischen Lager eingeklebt.

Die prismatischen Lager können z. B. aus seitlich aneinandergrenzenden V-Profilnuten bestehen, so dass dann jede Ferrule auf den Flanken der jeweiligen V-Profilnut aufliegt.

Bevorzugt und gleichzeitig als Grenzfall bestehen die prismatischen Lager jedoch aus seitlich aneinandergrenzend angeordneten Zylinderstiften, deren Durchmesser vorzugsweise grösser als derjenige der Ferrulen ist und die z. B. in Form von Wälzlageradnadeln preiswert, jedoch mit sehr engen Toleranzen verfügbar sind.

Sinnvollerweise sind die ersten Ferrulen auf einem gemeinsamen Trägerblock angeordnet. Dieser kann selbst mit den oben erwähnten Profilnuten versehen sein oder eine Ausnehmung haben, in denen die vorstehend genannten Zylinderstifte angeordnet, z. B. eingeklebt sind.

Zwar ist es unerheblich, ob die zweite Ferrule gegenüber den ersten Ferrulen verschiebbar ist oder umgekehrt. Bewährt hat sich jedoch eine Lösung, bei der der Trägerblock für die ersten Ferrulen als rechtwinklig zu deren Achsen verschiebbarer Schlitt ausgebildet ist.

Zweckmässig läuft dieser Schlitten seinerseits auf einer Prismenführung, wie sie in der Feinwerktechnik oder bei optischen Geräten bekannt ist.

Für viele Anwendungen, vor allem in der automatisierten Messtechnik, empfiehlt es sich, für die Verschiebewegung einen elektromechanischen Antrieb, z. B. einen Gleichstrom-Servomotor oder einen Schrittmotor, vorzusehen. Das im Regelfall erforderliche Getriebe zur Umsetzung der rotierenden Bewegung in eine Linearbewegung kann aus Ritzel und Zahnstange oder einer Gewindespindel mit Spindelmutter bestehen. Es ist lediglich dafür Sorge zu tragen, dass der Antrieb nur die Vorpositionierung z. B. mit einer Genauigkeit im Bereich von 0,1 mm übernimmt, während die endgültige Positionierung, wie erläutert, durch die prismatische Lagerung der jeweiligen ersten Ferrule sichergestellt wird.

Zweckmässig wird die zweite Ferrule in dem jeweiligen prismatischen Lager federbelastet niedergehalten.

Die zweite Ferrule wird bei der Relativverschiebung gegenüber den ersten Ferrulen aus dem bisherigen prismatischen Lager im wesentlichen rechtwinklig zur Längsachse der Ferrulen und zur Verschieberichtung herausgehoben und in das "neue" prismatische Lager abgesenkt. Eine aufwendige Mechanik erübrigt sich, wenn man hierzu die zweite Ferrule am Ende eines Armes federbelastet in Richtung des jeweiligen prismatischen Lagers anordnet.

Zusätzlich oder alternativ kann die zweite Ferrule am Ende einer Blattfeder befestigt sein, die als Führungsmittel dient. Bevorzugt ist die zweite Ferrule dabei momentfrei oder wenigstens momentarm federbelastet und befestigt.

Die gemeinsame Ebene, in der die ersten Ferrulen sitzen, muss nicht notwendigerweise eine Planfläche sein. Vielmehr können die ersten Ferrulen auch längs den Mantellinien einer Trommel angeordnet sein. An die Stelle der linearen Verschiebung tritt dann zum Umschalten eine Drehbewegung.

Um einen Verschleiss der im gekoppelten Zustand gegeneinander anliegenden Stirnflächen der ersten Ferrulen und der zweiten Ferrule zu verhindern, können die Stirnflächen der Ferrulen mit deren Längsachse einen von 90 DEG abweichenden Winkel einschliessen, derart, dass zwischen der Stirnfläche der jeweiligen ersten Ferrule und derjenigen der zweiten Ferrule ein sich vergrößernder Abstand entsteht, sobald die zweite Ferrule beginnt, aus dem jeweiligen prismatischen Lager herausgehoben zu werden.

Zusätzlich können die Stirnflächen der ersten Ferrulen und diejenige der zweiten Ferrule ballig poliert sein.

Alternativ oder ebenfalls zusätzlich können die Stirnflächen der ersten Ferrulen und diejenige der zweiten Ferrule derart poliert sein, dass die Stirnfläche des jeweiligen LWL min s demgegenüber zurückversetzt ist.

Derart bearbeitete Stirnflächen finden bereits bei sog. High-Return-Loss-Steckern Verwendung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zeichnerisch dargestellter, jedoch schematisch vereinfachter Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform in einer Seiten- und einer Stirnansicht sowie der zugehörigen Aufsicht im durchgeschalteten Zustand,

Fig. 2 dieselbe Ausführungsform während eines Umschaltvorganges,

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform in einer Stirnansicht und im Längsschnitt und

Fig. 4 eine vergrösserte Darstellung einer beliebigen ersten Ferrule und, hier beabstandet, der ihr gegenüberliegenden, zweiten Ferrule zur Veranschaulichung der Orientierung der jeweiligen Stirnflächen.

In der Ausführungsform gemäss Fig. 1 umfasst der LWL-Schalter eine Anzahl nebeneinander im wesentlichen in einer horizontalen Ebene angeordneter, erster Ferrulen 1, von denen die Ferrule 1.1 mit einer Ferrule 2 optisch gekoppelt ist. Die jeweils an den Ferrulen 1 und 2 endenden LWL min s sind der Einfachheit halber weggelassen. Alle ersten Ferrulen 1 sind prismatisch gelagert. Im Ausführungsbeispiel ist diese prismatische Lagerung durch Zylinderstifte 3 in Form von Wälzlageradeln verwirklicht. Beispielsweise ruht die Ferrule 1.1 auf zwei benachbarten Wälzlageradeln 3.1 und 3.2, deren Durchmesser etwas grösser als derjenige der Ferrulen ist und die jeweils auch eine Hälfte der prismatischen Lager der beidseits benachbarten Ferrulen bilden.

Die Wälzlageradeln bzw. Zylinderstifte 3 sind nebeneinander in einer Ausnehmung eines gemeinsamen Trägerblocks 4 angeordnet, z. B. eingeklebt. Auch die Ferrulen 1 können in die durch jeweils zwei benachbarte Zylinderstifte 3 gebildeten, prismatischen Lager eingeklebt sein.

Der gemeinsame Trägerblock 4 ist als gegenüber dem ortsfesten Rahmen 5 des LWL-Schalters rechtwinklig zu den Achsen der Ferrulen 1 verschiebbarer Schlitten ausgebildet und sitzt hierzu auf einer Prismenführung 6. Zur Verschiebung dient in der Regel ein beliebiger, elektromechanischer Antrieb, beispielsweise ein Motor M, der eine Gewindespindel 7 antreibt, die in ein Gewindeloch (nicht dargestellt) in dem Trägerblock 4 eingreift. Gut geeignet ist auch ein Antrieb mittels Zahnstange und Ritzel. Wichtig ist lediglich, dass der Antrieb nur die Vorpositionierung des Trägerblocks übernimmt, denn die endgültige, fluchtende Ausrichtung der jeweiligen Ferrule 1 und der Ferrule 2 muss aus Genauigkeitsgründen das betreffende prismatische Lager übernehmen.

Hierzu reichen diese Lager, im Ausführungsbeispiel gebildet durch die Zylinderstifte 3, über die Stirnflächen der Ferrulen 1 hinaus und bilden auf diese Weise gleichzeitig auch die Lager für die zweite Ferrule 2. Diese ist mittels einer am Ende eines Arms 10 angeordneten, vorgespannten Schraubendruckfeder 11 und eines Schuhs 12 in Richtung auf die prismatischen Lager belastet. Die Krafteinleitung erfolgt möglichst momentenarm, damit die Ferrule 2 sich genau fluchtend zu der jeweiligen Ferrule 1 ausrichten kann. Die Ferrule 2 bedarf jedoch einer gewissen Führung und sitzt hierzu am Ende einer weichen Blattfeder 13, die ebenso wie der Arm 10 an dem Rahmen 5 befestigt ist. Die Blattfeder 13 kann, wie durch den kleinen Pfeil angedeutet, eine Federvorspannung haben, die derjenigen der Schraubendruckfeder 11 entgegengerichtet, jedoch in jedem Fall kleiner als diese ist. Statt in der gezeichneten Weise könnte die Ferrule 2 auch über Lenker und/oder Kugelgelenke gehalten und federbelastet sein.

Fig. 2 veranschaulicht den Umschaltvorgang. Bei Verschiebung des Trägerblocks 4 in Richtung des Doppelpfeils wird die Ferrule 2 aus der jeweiligen prismatischen Lagerung zwangsweise herausgehoben und nach Überschreiten des Scheitelpunktes des betreffenden Zylinderstiftes 3 in des von dem nächsten Stiftpaar gebildete prismatische Lager nach unten gedrückt und richtet sich hierbei selbsttätig auf die nächste Ferrule 1 aus. Wenn die Ferrule 2 während dieses Umschaltvorganges die in Fig. 2 zu erkennende, leichte Kippbewegung um ihre horizontale Querachse ausführt, trägt dies zu einer Schonung der sich berührenden Stirnflächen der jeweiligen Ferrule 1 und der Ferrule 2 bei.

Die in Fig. 3 stark vereinfacht wiedergegebene, zweite Ausführungsform des LWL-Schalters unterscheidet sich von derjenigen nach den Fig. 1 und 2 im Prinzip nur dadurch, dass die Ferrulen 1 auf einer Zylinderfläche angeordnet sind. Hierzu sind an der Innenwand einer Hohltrommel 24 die Zylinderstifte 3 befestigt, von denen jeweils zwei benachbarte ein prismatisches Lager für jeweils eine Ferrule 1 bilden. Die Trommel 24 ist in geeigneter Weise drehbar gelagert (nicht dargestellt) und hat einen im Prinzip beliebigen Drehantrieb (ebenfalls nicht dargestellt) analog dem Linearantrieb im Fall der Fig. 1 und 2. Die bis auf das Abheben von dem jeweiligen prismatischen Lager stillstehende Ferrule 2 kann nach den gleichen Prinzipien in beschränktem Mass schwimmend gehalten und belastet sein, wie bei der Ausführungsform gemäss den Fig. 1 und 2.

Fig. 4 zeigt eine bevorzugte Ausbildung der Stirnflächen der Ferrulen 1 und 2. Die Stirnflächen schliessen mit den Längsachsen der Ferrulen einen Winkel von  $90^\circ - \alpha$  ein und sind entsprechend einem Krümmungsradius R ballig poliert. Des weiteren ist die in der jeweiligen Ferrulenstirnfläche 8 endende Stirnfläche der Lichtwellenleiterfaser 9 schwach konkav ausgebildet, vergl. die vergrösserte Einzelheit "X", also gegenüber der Ferrulenstirnfläche geringfügig zurückversetzt. Diese drei sich gegenseitig unterstützenden Merkmale verbessere die optische Kopplung und sorgen dafür, dass die Durchlassdämpfung auch nach zahlreichen Schaltvorgängen klein bleibt, denn bei der gezeichneten Orientierung der sich im gekoppelten Zustand berührenden Stirnflächen der Ferrulen 1 und 2 entsteht zwischen ersteren ein sich vergrößernder Abstand, sobald die Ferrule 2 beim Umschalten beginnt, sich aus dem zugehörigen prismatischen Lager (vergl. die Fig. 1 und 2) herauszuheben. Umgekehrt entsteht eine mechanische Berührung der jeweiligen Stirnflächen erst in der letzten Phase jedes Umschaltvorganges. Es wird also vermieden, dass die Stirnflächen der LWL-Fasern sich im mechanischen Kontakt miteinander parallel zueinander verschieben und dabei durch Staubkörner oder dergl. Riefen entstehen.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Claims

1. LWL-Schalter, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei erste Lichtwellenleiter in der Stirnfläche je einer ersten Ferrule (1) enden und alle ersten Ferrulen (1) parallel zueinander in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, dass ein zweiter Lichtwellenleiter in der Stirnfläche einer zweiten Ferrule (2) endet und die Stirnfläche der zweiten Ferrule (2) in der gleichen Ebene wie die Stirnflächen der ersten Ferrulen (1) liegt und dass die zweite Ferrule (2) zur optischen Kopplung mit einer beliebigen ersten Ferrule (1) relativ zu den ersten Ferrulen (1) rechtwinklig zu deren Achsen verschiebbar ist und in der jeweiligen Koppelstellung mit der betreffenden ersten Ferrule (1) fluchtet.
2. LWL-Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede der ersten Ferrulen (1) in einem prismatischen Lager (3.1, 3.2) sitzt, das über die Stirnfläche der jeweiligen Ferrule (1) hinausreicht und die zweite Ferrule in deren Koppelstellung führt und positioniert.
3. LWL-Schalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Ferrulen (1) in ihre jeweiligen prismatischen Lager (3) eingeklebt sind.
4. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die prismatischen Lager aus seitlich aneinandergrenzenden V-Profilnuten bestehen.
5. LWL-Schalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die prismatischen Lager aus seitlich nebeneinander angeordneten Zylinderstiften (3) bestehen.
6. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Ferrulen auf einem gemeinsamen Trägerblock (4) angeordnet sind.
7. LWL-Schalter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Trägerblock als rechtwinklig zu den Achsen der Ferrulen verschiebbarer Schlitten (4) ausgebildet ist.
8. LWL-Schalter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitten auf einer Prismenführung (6) läuft.
9. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Ferrulen (1) gemeinsam über einen elektromechanischen Antrieb (M) verschiebbar sind.
10. LWL-Schalter, nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ferrule (2) federbelastet auf das jeweilige prismatische Lager (3.1, 3.2) niedergehalten ist.
11. LWL-Schalter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ferrule (2) am Ende eines Armes (10) federbelastet in Richtung des jeweiligen prismatischen Lagers (3.1, 3.2) angeordnet ist.
12. LWL-Schalter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ferrule (2) am Ende einer als Führungsmittel dienenden Blattfeder (13) befestigt ist.
13. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Ferrulen (1) längs den Mantellinien einer Trommel (24) angeordnet sind.
14. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnflächen der ersten Ferrulen (1) der zweiten Ferrule (2) mit deren Längsachse einen von 90 DEG abweichenden Winkel einschliessen, derart, dass zwischen den Stirnflächen (8) der jeweiligen ersten Ferrule (1) und der zweiten Ferrule (2) ein sich vergrößernder Abstand entsteht, sobald die zweite Ferrule (2) beginnt, aus dem jeweiligen prismatischen Lager (3.1, 3.2) herausgehoben zu werden.
15. LWL-Schalter nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnflächen (8) der ersten Ferrulen (1) und diejenige der zweiten Ferrule (2) ballig poliert sind.
16. LWL-Schalter nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Stirnflächen (8) der ersten Ferrulen (1) und diejenige der zweiten Ferrule (2) derart poliert sind, dass die Stirnfläche des jeweiligen Lichtwellenleiters (9) demgegenüber zurückversetzt ist.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 35 023 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
G 02 B 26/02  
G 02 B 6/36

②1 Aktenzeichen: 196 35 023.9  
②2 Anmeldetag: 29. 8. 96  
④3 Offenlegungstag: 6. 3. 97

DE 196 35 023 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
30.08.95 DE 195322126

⑦1 Anmelder:  
Spinner GmbH Elektrotechnische Fabrik, 80335  
München, DE

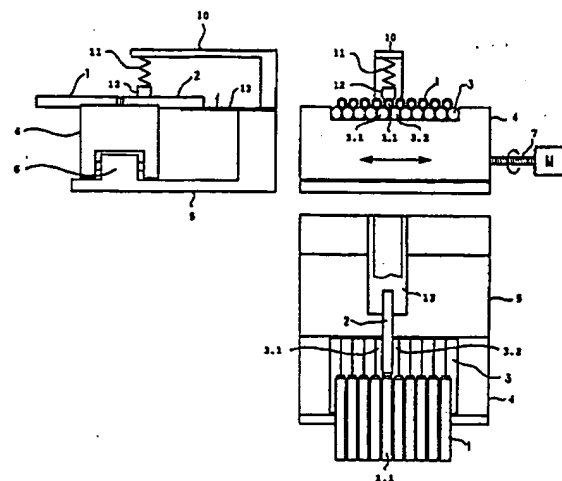
⑦4 Vertreter:  
Prietsch, R., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80687 München

⑦2 Erfinder:  
ZiBler, Wolfgang, 83620 Feldkirchen-Westerham,  
DE; Holzmeier, Bernhard, 83104 Tuntenthausen, DE

Rechercheantrag gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt

⑤4 LWL-Schalter

⑤7 Ein analog einem elektrischen Stufenschalter aufgebauter LWL-Schalter umfaßt mindestens zwei erste Lichtwellenleiter, die in der Stirnfläche je einer ersten Ferrule (1) enden und einen zweiten Lichtwellenleiter, der in der Stirnfläche einer zweiten Ferrule (2) endet. Die Stirnfläche der zweiten Ferrule (2) liegt in der gleichen Ebene wie die Stirnflächen der ersten Ferrulen (1), die ihrerseits in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind. Die zweite Ferrule (2) ist zur optischen Kopplung mit einer beliebigen ersten Ferrule (1) relativ zu den ersten Ferrulen (1) rechtwinklig zu deren Achsen verschiebbar. In der jeweiligen Koppelstellung fluchtet die zweite mit der betreffenden ersten Ferrule. Eine genaue Fluchtung wird durch eine prismatische Lagerung (3.1, 3.2) erreicht, die so ausgebildet ist, daß sie auch die zweite Ferrule (2) in deren Koppelstellung führt und positioniert.



DE 196 35 023 A 1

Die Erfindung betrifft einen LWL-Schalter.

Bekannt sind LWL-Schalter zur wahlweisen optischen Kopplung und Entkopplung eines Lichtwellenleiters mit einem weiteren Lichtwellenleiter (nachstehend kurz: LWL). Es besteht jedoch ein Bedarf für einen LWL-Schalter, der es erlaubt, jeden beliebigen LWL aus einer Anzahl "erster" LWL's mit einem "zweiten" LWL zu koppeln, bei dem es sich z. B. um den LWL eines Meßgeräts zur Ermittlung der optischen Eigenschaften einer der ersten LWL's umfassenden Übertragungsstrecke handeln kann. Hierfür gibt es bisher noch keine brauchbare, das heißt konstruktiv einfache Lösung mit hoher Qualität der optischen Kopplung im durchgeschalteten Zustand.

Erfindungsgemäß wird ein LWL-Schalter vorgeschlagen, der sich dadurch auszeichnet, daß mindestens zwei erste Lichtwellenleiter in der Stirnfläche je einer ersten Ferrule enden und alle ersten Ferrulen parallel zueinander in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, daß ein zweiter Lichtwellenleiter in der Stirnfläche einer zweiten Ferrule endet und die Stirnfläche der zweiten Ferrule in der gleichen Ebene wie die Stirnflächen der ersten Ferrulen liegt und daß die zweite Ferrule zur optischen Kopplung mit einer beliebigen ersten Ferrule relativ zu den ersten Ferrulen rechtwinklig zu deren Achsen verschiebbar ist und in der jeweiligen Koppelstellung mit der betreffenden ersten Ferrule fluchtet.

Dieser LWL-Schalter ist also im wesentlichen nach dem Prinzip eines Stufenschalters aufgebaut. Zur Kopplung einer beliebigen ersten Ferrule mit der zweiten Ferrule werden entweder alle ersten Ferrulen gemeinsam gegenüber der stillstehenden zweiten Ferrule verschoben oder es wird umgekehrt die zweite Ferrule gegenüber den ortsfest angeordneten ersten Ferrulen verschoben, bis die Stirnfläche der zweiten Ferrule gegen die Stirnfläche der ausgewählten, ersten Ferrule anliegt.

Die Güte der optischen Kopplung hängt insbesondere auch von der Genauigkeit ab, mit der die jeweils ausgewählte, erste Ferrule mit der zweiten Ferrule fluchtet. Eine hohe Genauigkeit erzielt man z. B. dann, wenn jede der ersten Ferrulen in einem prismatischen Lager sitzt, das über die Stirnfläche der jeweiligen Ferrule hinausreicht und die zweite Ferrule in deren Koppelstellung führt und positioniert. Zum Umschalten wird die zweite Ferrule aus dem prismatischen Lager, in dem sie gerade ruht, herausgehoben und in das prismatische Lager der nächsten ausgewählten, ersten Ferrule abgesenkt. Läßt man der zweiten Ferrule hierbei durch schwimmende oder elastische Lagerung ausreichende Freiheit, so sorgt die jeweilige prismatische Lagerung dafür, daß sich die zweite Ferrule genau fluchtend auf die ausgewählte, erste Ferrule einstellt. Dadurch erübrigt sich eine exakte Führung der ersten Ferrule und/oder der zweiten Ferrule. Ebenso wenig ist erforderlich, daß die prismatischen Lager untereinander exakt gleich ausgebildet sind und parallel verlaufen. Unter prismatischen Lagern werden im vorliegenden Zusammenhang alle Lagerungen verstanden, die die jeweilige Ferrule längs zwei parallelen, von der (vertikalen) Längsmittellinie der Ferrule beabstandeten Linien ihrer (zylindrischen) Mantelfläche unterstützen.

Vorzugsweise sind die ersten Ferrulen einfach in ihre jeweiligen prismatischen Lager eingeklebt.

Die prismatischen Lager können z. B. aus seitlich aneinandergrenzenden V-Profilnuten bestehen, so daß

dann jede Ferrule auf den Flanken der jeweiligen V-Profilnut aufliegt.

Bevorzugt und gleichzeitig als Grenzfall bestehen die prismatischen Lager jedoch aus seitlich aneinandergrenzend angeordneten Zylinderstiften, deren Durchmesser vorzugsweise größer als derjenige der Ferrulen ist und die z. B. in Form von Wälzlagerrollen preiswert, jedoch mit sehr engen Toleranzen verfügbar sind.

Sinnvollerweise sind die ersten Ferrulen auf einem gemeinsamen Trägerblock angeordnet. Dieser kann selbst mit den oben erwähnten Profilnuten versehen sein oder eine Ausnahme haben, in denen die vorstehend genannten Zylinderstifte angeordnet, z. B. eingeklebt sind.

Zwar ist es unerheblich, ob die zweite Ferrule gegenüber den ersten Ferrulen verschiebbar ist oder umgekehrt. Bewährt hat sich jedoch eine Lösung, bei der der Trägerblock für die ersten Ferrulen als rechtwinklig zu deren Achsen verschiebbarer Schlitten ausgebildet ist.

Zweckmäßig läuft dieser Schlitten seinerseits auf einer Prismenführung, wie sie in der Feinwerktechnik oder bei optischen Geräten bekannt ist.

Für viele Anwendungen, vor allem in der automatisierten Meßtechnik, empfiehlt es sich, für die Verschiebewegung einen elektromechanischen Antrieb, z. B. einen Gleichstrom-Servomotor oder einen Schrittmotor, vorzusehen. Das im Regelfall erforderlich Getriebe zur Umsetzung der rotierenden Bewegung in eine Linearbewegung kann aus Ritzel und Zahnstange oder einer Gewindespindel mit Spindelmutter bestehen. Es ist lediglich dafür Sorge zu tragen, daß der Antrieb nur die Vorpositionierung z. B. mit einer Genauigkeit im Bereich von 0,1 mm übernimmt, während die endgültige Positionierung, wie erläutert, durch die prismatische Lagerung der jeweiligen ersten Ferrule sichergestellt wird.

Zweckmäßig wird die zweite Ferrule in dem jeweiligen prismatischen Lager federbelastet niedergehalten.

Die zweite Ferrule wird bei der Relativverschiebung gegenüber den ersten Ferrulen aus dem bisherigen prismatischen Lager im wesentlichen rechtwinklig zur Längsachse der Ferrulen und zur Verschieberichtung herausgehoben und in das "neue" prismatische Lager abgesenkt. Eine aufwendige Mechanik erübrigt sich, wenn man hierzu die zweite Ferrule am Ende eines Armes federbelastet in Richtung des jeweiligen prismatischen Lagers anordnet.

Zusätzlich oder alternativ kann die zweite Ferrule am Ende einer Blattfeder befestigt sein, die als Führungsmittel dient. Bevorzugt ist die zweite Ferrule dabei momentfrei oder wenigstens momentarm federbelastet und befestigt.

Die gemeinsame Ebene, in der die ersten Ferrulen sitzen, muß nicht notwendigerweise eine Planfläche sein. Vielmehr können die ersten Ferrulen auch längs den Mantellinien einer Trommel angeordnet sein. An die Stelle der linearen Verschiebung tritt dann zum Umschalten eine Drehbewegung.

Um einen Verschleiß der im gekoppelten Zustand gegeneinander anliegenden Stirnflächen der ersten Ferrulen und der zweiten Ferrule zu verhindern, können die Stirnflächen der Ferrulen mit deren Längsachse einen von 90° abweichenden Winkel einschließen, derart, daß zwischen der Stirnfläche der jeweiligen ersten Ferrule und derjenigen der zweiten Ferrule ein sich vergrößernder Abstand entsteht, sobald die zweite Ferrule beginnt, aus dem jeweiligen prismatischen Lager herausgehoben zu werden.

Zusätzlich können die Stirnflächen der ersten Ferru-

len und diejenige der zweiten Ferrule ballig poliert sein. Alternativ oder ebenfalls zusätzlich können die Stirnflächen der ersten Ferrulen und diejenige der zweiten Ferrule derart poliert sein, daß die Stirnfläche des jeweiligen LWL's demgegenüber zurückversetzt ist.

Derart bearbeitete Stirnflächen finden bereits bei sog. High-Return-Loss-Steckern Verwendung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zeichnerisch dargestellter, jedoch schematisch vereinfachter Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform in einer Seiten- und einer Stirnansicht sowie der zugehörigen Aufsicht im durchgeschalteten Zustand,

Fig. 2 dieselbe Ausführungsform während eines Umschaltvorganges,

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform in einer Stirnansicht und im Längsschnitt und

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung einer beliebigen ersten Ferrule und, hier beabstandet, der ihr gegenüberliegenden, zweiten Ferrule zur Veranschaulichung der Orientierung der jeweiligen stirnflächen.

In der Ausführungsform gemäß Fig. 1 umfaßt der LWL-Schalter eine Anzahl nebeneinander im wesentlichen in einer horizontalen Ebene angeordneter, erster Ferrulen 1, von denen die Ferrule 1.1 mit einer Ferrule 2 optisch gekoppelt ist. Die jeweils an den Ferrulen 1 und 2 endenden LWL's sind der Einfachheit halber weggelassen. Alle ersten Ferrulen 1 sind prismatisch gelagert. Im Ausführungsbeispiel ist diese prismatische Lagerung durch Zylinderstifte 3 in Form von Wälzlager-nadeln verwirklicht. Beispielsweise ruht die Ferrule 1.1 auf zwei benachbarten Wälzlager-nadeln 3.1 und 3.2, deren Durchmesser etwas größer als derjenige der Ferrulen ist und die jeweils auch eine Hälfte der prismatischen Lager der beidseits benachbarten Ferrulen bilden.

Die Wälzlager-nadeln bzw. Zylinderstifte 3 sind nebeneinander in einer Ausnehmung eines gemeinsamen Trägerblocks 4 angeordnet, z. B. eingeklebt. Auch die Ferrulen 1 können in die durch jeweils zwei benachbarte Zylinderstifte 3 gebildeten, prismatischen Lager eingeklebt sein.

Der gemeinsame Trägerblock 4 ist als gegenüber dem ortsfesten Rahmen 5 des LWL-Schalters rechtwinklig zu den Achsen der Ferrulen 1 verschiebbarer Schlitten ausgebildet und sitzt hierzu auf einer Prismenführung 6. Zur Verschiebung dient in der Regel ein beliebiger, elektromechanischer Antrieb, beispielsweise ein Motor M, der eine Gewindespindel 7 antreibt, die in ein Gewindeloch (nicht dargestellt) in dem Trägerblock 4 eingreift. Gut geeignet ist auch ein Antrieb mittels Zahnstange und Ritzel. Wichtig ist lediglich, daß der Antrieb nur die Vorpositionierung des Trägerblocks übernimmt, denn die endgültige, fluchtende Ausrichtung der jeweiligen Ferrule 1 und der Ferrule 2 muß aus Genauigkeitsgründen das betreffende prismatische Lager übernehmen.

Hierzu reichen diese Lager, im Ausführungsbeispiel gebildet durch die Zylinderstifte 3, über die Stirnflächen der Ferrulen 1 hinaus und bilden auf diese Weise gleichzeitig auch die Lager für die zweite Ferrule 2. Diese ist mittels einer am Ende eines Arms 10 angeordneten, vorgespannten Schraubendruckfeder 11 und eines Schuhs 12 in Richtung auf die prismatischen Lager belastet. Die Krafteinleitung erfolgt möglichst momentenarm, damit die Ferrule 2 sich genau fluchtend zu der jeweiligen Ferrule 1 ausrichten kann. Die Ferrule 2 bedarf jedoch einer gewissen Führung und sitzt hierzu am Ende einer weichen Blattfeder 13, die ebenso wie der Arm 10 an dem Rahmen 5 befestigt ist. Die Blattfeder 13 kann, wie

durch den kleinen Pfeil angedeutet, eine Federvorspannung haben, die derjenigen der Schraubendruckfeder 11 entgegengerichtet, jedoch in jedem Fall kleiner als diese ist. Statt in der gezeichneten Weise könnte die Ferrule 2 auch über Lenker und/oder Kugelgelenke gehalten und federbelastet sein.

Fig. 2 veranschaulicht den Umschaltvorgang. Bei Verschiebung des Trägerblocks 4 in Richtung des Doppelpfeils wird die Ferrule 2 aus der jeweiligen prismatischen Lagerung zwangsweise herausgehoben und nach Überschreiten des Scheitelpunktes des betreffenden Zylinderstiftes 3 in des von dem nächsten Stiftpaar gebildete prismatische Lager nach unten gedrückt und richtet sich hierbei selbsttätig auf die nächste Ferrule 1 aus. Wenn die Ferrule 2 während dieses Umschaltvorganges die in Fig. 2 zu erkennende, leichte Kippbewegung um ihre horizontale Querachse ausführt, trägt dies zu einer Schonung der sich berührenden Stirnflächen der jeweiligen Ferrule 1 und der Ferrule 2 bei.

Die in Fig. 3 stark vereinfacht wiedergegebene, zweite Ausführungsform des LWL-Schalters unterscheidet sich von derjenigen nach den Fig. 1 und 2 im Prinzip nur dadurch, daß die Ferrulen 1 auf einer Zylinderfläche angeordnet sind. Hierzu sind an der Innenwand einer Hohltrommel 24 die Zylinderstifte 3 befestigt, von denen jeweils zwei benachbarte ein prismatisches Lager für jeweils eine Ferrule 1 bilden. Die Trommel 24 ist in geeigneter Weise drehbar gelagert (nicht dargestellt) und hat einen im Prinzip beliebigen Drehantrieb (ebenfalls nicht dargestellt) analog dem Linearantrieb im Fall der Fig. 1 und 2. Die bis auf das Abheben von dem jeweiligen prismatischen Lager stillstehende Ferrule 2 kann nach den gleichen Prinzipien in beschränktem Maß schwimmend gehalten und belastet sein, wie bei der Ausführungsform gemäß den Fig. 1 und 2.

Fig. 4 zeigt eine bevorzugte Ausbildung der Stirnflächen der Ferrulen 1 und 2. Die Stirnflächen schließen mit den Längsachsen der Ferrulen einen Winkel von  $90^\circ - \alpha$  ein und sind entsprechend einem Krümmungsradius R ballig poliert. Des weiteren ist die in der jeweiligen Ferrulenstirnfläche 8 endende Stirnfläche der Lichtwellenleiterfaser 9 schwach konkav ausgebildet, vergl. die vergrößerte Einzelheit "X", also gegenüber der Ferrulenstirnfläche geringfügig zurückversetzt. Diese drei sich gegenseitig unterstützenden Merkmale verbessern die optische Kopplung und sorgen dafür, daß die Durchlaßdämpfung auch nach zahlreichen Schaltvorgängen klein bleibt, denn bei der gezeichneten Orientierung der sich im gekoppelten Zustand berührenden Stirnflächen der Ferrulen 1 und 2 entsteht zwischen ersteren ein sich vergrößernder Abstand, sobald die Ferrule 2 beim Umschalten beginnt, sich aus dem zugehörigen prismatischen Lager (vergl. die Fig. 1 und 2) herauszuheben. Umgekehrt entsteht eine mechanische Berührung der jeweiligen Stirnflächen erst in der letzten Phase jedes Umschaltvorganges. Es wird also vermieden, daß die Stirnflächen der LWL-Fasern sich im mechanischen Kontakt miteinander parallel zueinander verschieben und dabei durch Staubkörner oder dergl. Riefen entstehen.

#### Patentansprüche

1. LWL-Schalter, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei erste Lichtwellenleiter in der Stirnfläche je einer ersten Ferrule (1) enden und alle ersten Ferrulen (1) parallel zueinander in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, daß ein zwei-

ter Lichtwellenleiter in der Stirnfläche einer zweiten Ferrule (2) endet und die Stirnfläche der zweiten Ferrule (2) in der gleichen Ebene wie die Stirnflächen der ersten Ferrulen (1) liegt und daß die zweite Ferrule (2) zur optischen Kopplung mit einer beliebigen ersten Ferrule (1) relativ zu den ersten Ferrulen (1) rechtwinklig zu deren Achsen verschiebbar ist und in der jeweiligen Koppelstellung mit der betreffenden ersten Ferrule (1) fluchtet.

2. LWL-Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede der ersten Ferrulen (1) in einem prismatischen Lager (3.1, 3.2) sitzt, das über die Stirnfläche der jeweiligen Ferrule (1) hinausreicht und die zweite Ferrule in deren Koppelstellung führt und positioniert.

3. LWL-Schalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Ferrulen (1) in ihre jeweiligen prismatischen Lager (3) eingeklebt sind.

4. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die prismatischen Lager aus seitlich aneinandergrenzenden V-Profilnuten bestehen.

5. LWL-Schalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die prismatischen Lager aus seitlich nebeneinander angeordneten Zylinderstiften (3) bestehen.

6. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Ferrulen auf einem gemeinsamen Trägerblock (4) angeordnet sind.

7. LWL-Schalter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerblock als rechtwinklig zu den Achsen der Ferrulen verschiebbarer Schlitten (4) ausgebildet ist.

8. LWL-Schalter nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlitten auf einer Prismenführung (6) läuft.

9. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Ferrulen (1) gemeinsam über einen elektromechanischen Antrieb (M) verschiebbar sind.

10. LWL-Schalter, nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Ferrule (2) federbelastet auf das jeweilige prismatische Lager (3.1, 3.2) niedergehalten ist.

11. LWL-Schalter nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Ferrule (2) am Ende eines Armes (10) federbelastet in Richtung des jeweiligen prismatischen Lagers (3.1, 3.2) angeordnet ist.

12. LWL-Schalter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Ferrule (2) am Ende einer als Führungsmittel dienenden Blattfeder (13) befestigt ist.

13. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Ferrulen (1) längs den Mantellinien einer Trommel (24) angeordnet sind.

14. LWL-Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnflächen der ersten Ferrulen (1) der zweiten Ferrule (2) mit deren Längsachse einen von 90° abweichenden Winkel einschließen, derart, daß zwischen den Stirnflächen (8) der jeweiligen ersten Ferrule (1) und der zweiten Ferrule (2) ein sich vergrößernder Abstand entsteht, sobald die zweite Ferrule (2) beginnt, aus dem jeweiligen prismatischen Lager (3.1, 3.2) herausgehoben zu werden.

15. LWL-Schalter nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnflächen (8) der ersten Ferrulen (1) und diejenige der zweiten Ferrule (2) ballig poliert sind.

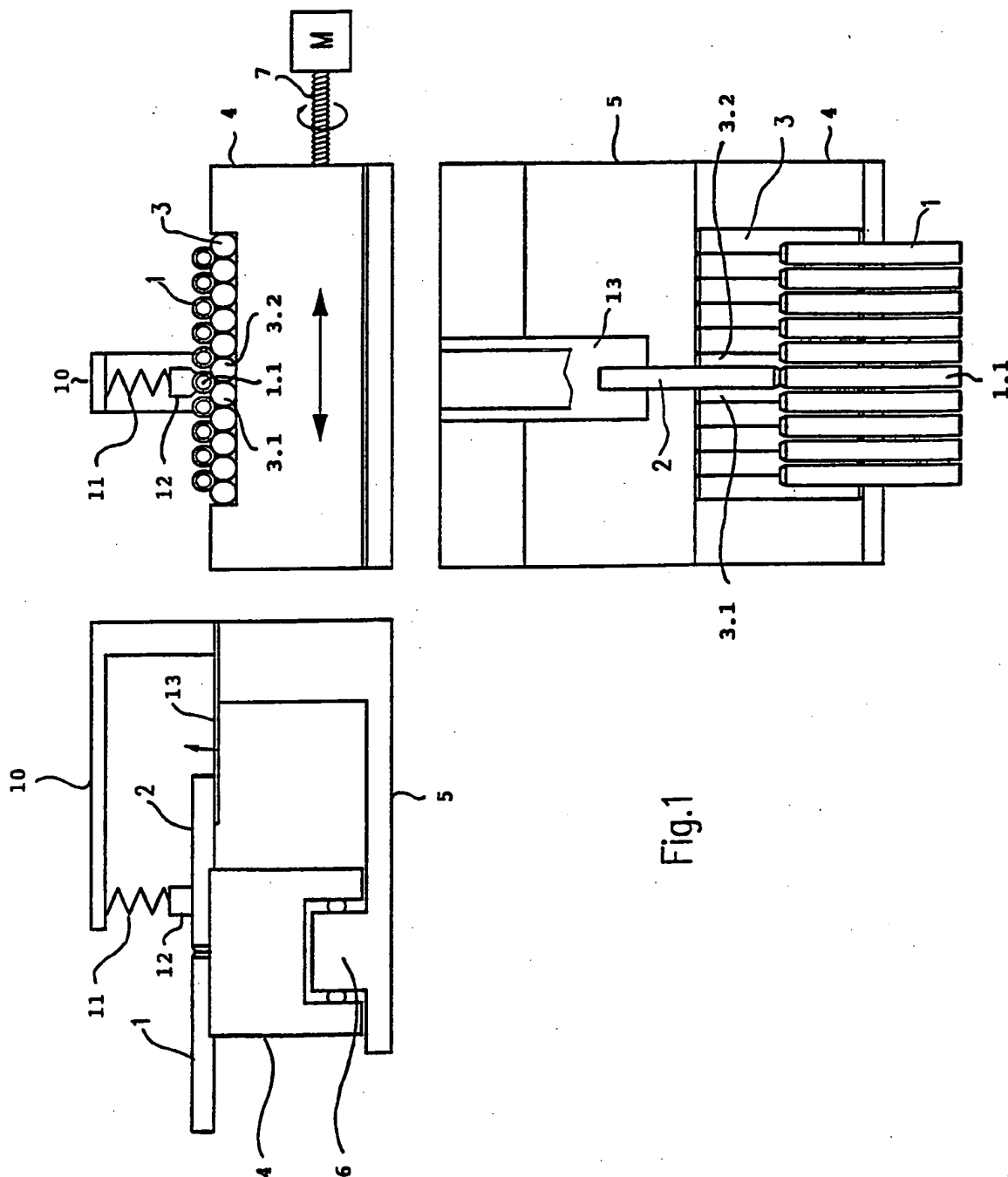
16. LWL-Schalter nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnflächen (8) der ersten Ferrulen (1) und diejenige der zweiten Ferrule (2) derart poliert sind, daß die Stirnfläche des jeweiligen Lichtwellenleiters (9) demgegenüber zurückversetzt ist.

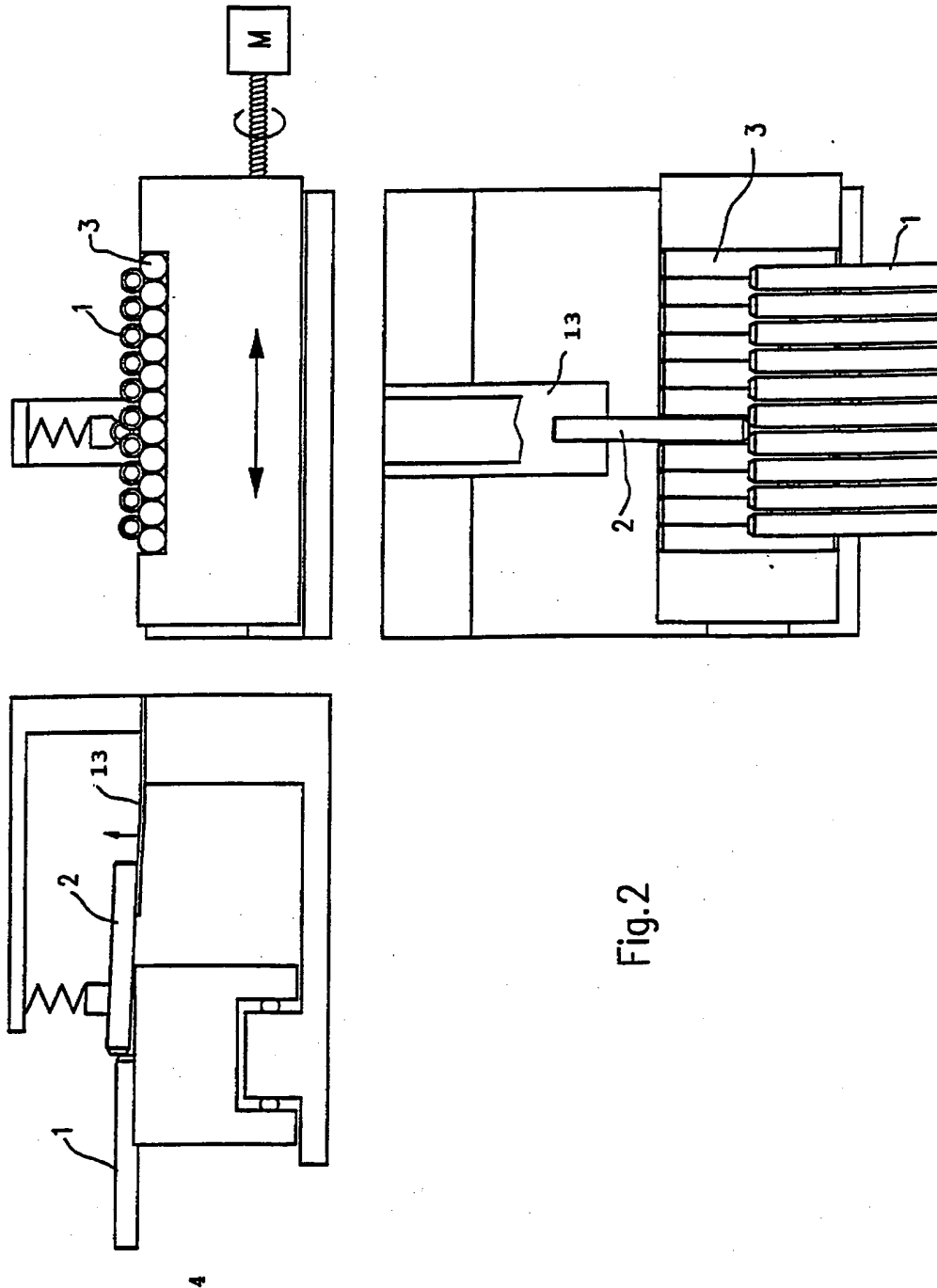
---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---







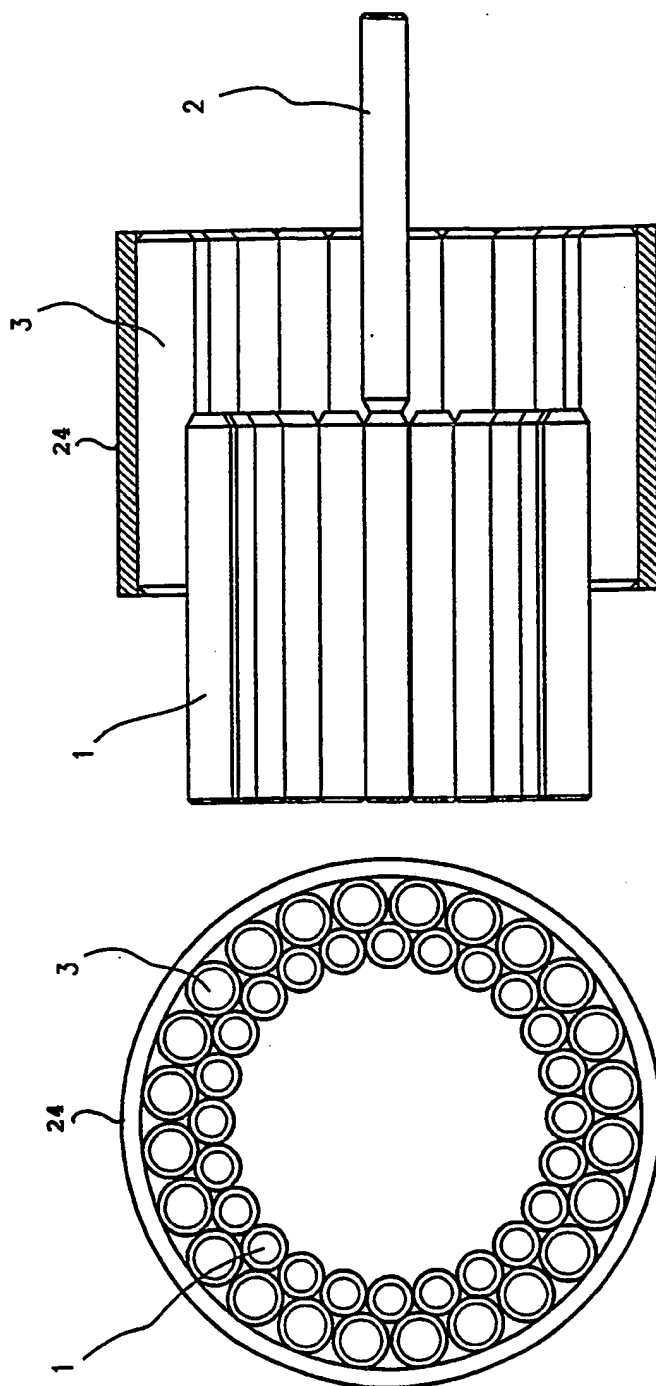
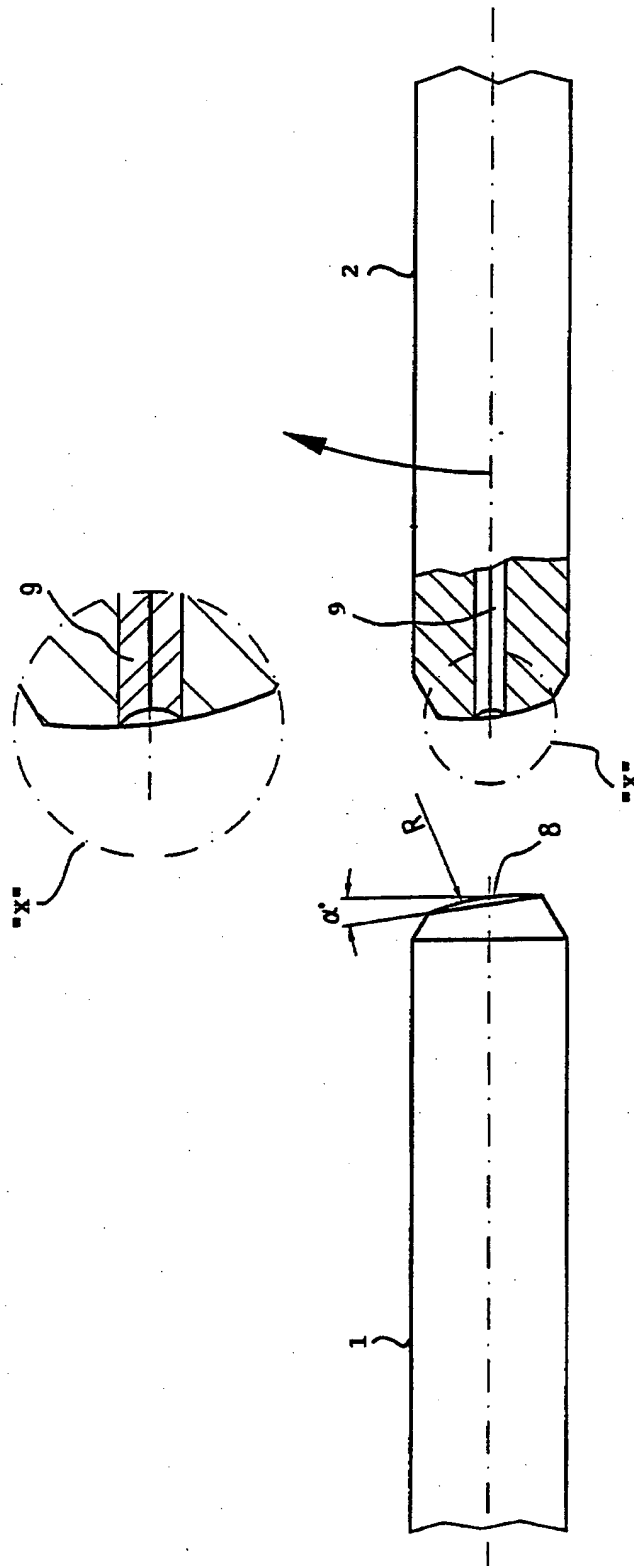


Fig.3



**Fig. 4**